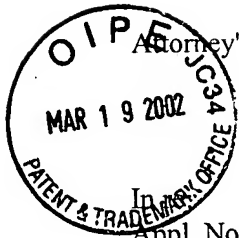


3673



Attorney's Docket No. 44316/242361

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In  
Appl. No.: 10/051,597  
Filed: January 18, 2002  
For: FIBER OPTIC INSTALLATION

Confirmation No. 3095

March 12, 2002

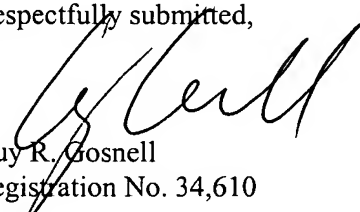
Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

**SUBMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS**

Sir:

A certified copy of each priority document has been submitted in the parent application, namely, U.S. Patent Application No. 09/068,286. Although the submittal of copies of the priority documents in the parent application satisfies the requirement for certified copies of the priority documents to be submitted in this continuation application, certified copies of the priority documents are again submitted herewith out of an abundance of caution. In this regard, the copies of the priority documents are being again submitted to insure that the Patent Office records accurately reflect receipt of the copies of the priority documents since delays in the U.S. mail service had made it uncertain as to whether the certified copies of the priority documents submitted in the parent application had been received by the U.S. Patent and Trademark Office at the time of filing the continuation application.

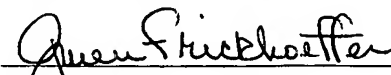
Respectfully submitted,

  
Guy R. Gosnell  
Registration No. 34,610

**Customer No. 00826**  
**ALSTON & BIRD LLP**  
Bank of America Plaza  
101 South Tryon Street, Suite 4000  
Charlotte, NC 28280-4000  
Tel Charlotte Office (704) 444-1000  
Fax Charlotte Office (704) 444-1111

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner For Patents, Washington, DC 20231, on March 12, 2002.

  
Gwen Drickhoffer

**RECEIVED**

MAR 22 2002

**GROUP 3600**



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

RECEIVED

MAR 22 2002

GROUP 3600

**Aktenzeichen:**

195 42 231.7

**Anmeldetag:**

13. November 1995

**Anmelder/Inhaber:**

Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren zum Einbringen eines optischen Kabels  
in einen festen Verlegegrund

**IPC:**

G 02 B, E 02 F, F 16 L

**Die Akte dieser Patentanmeldung ist ohne vorherige Offenlegung vernichtet worden.**

München, den 16. Januar 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Nietiedt

## Beschreibung

- 5 Verfahren zum Einbringen eines optischen Kabels in einen festen Verlegegrund.

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einbringen eines optischen Kabels in einen festen Verlegegrund mit Hilfe einer Verlegeeinheit.

15 Aus der DE-A1-41 15 907 ist ein Kabelpflug zum Verlegen von Kabeln im Erdreich, insbesondere im Grundbereich von Gewässern, bekannt. Hier ist vor dem Pflugschwert des Kabelpfluges ein rotierendes Fräsrاد angeordnet, das zusätzlich in vertikale Schwingungen versetzt wird, so daß hiermit auch harte Gegenstände, die sich im Bereich des auszuhebenden Grabens befinden, zerteilt werden können. Mit diesem Kabelpflug werden  
20 relativ breite Gräben durch Verdrängung des Erdreiches mit Hilfe des Pflugschwertes ausgehoben. Derartige Vorrichtungen werden insbesondere in küstennahen Bereichen eingesetzt und unter Wasser mit entsprechenden Steuereinrichtungen geführt. Bei Verlegungen im Erdreich wird meist das Material  
25 auf einer Breite von 60 bis 100 cm und auf eine Kabelverlegetiefe von ca. 70 cm entfernt, so daß der Verlegeaufwand relativ groß ist.

30 Weiterhin ist aus der DE-A1-30 01 226 ein Leitungsnetz zum Übertragen von Signalen bekannt, wobei die Signale durch Glasfaserkabel geleitet werden, die in einem Rohr- oder Kanalnetz eines vorhandenen Versorgungssystems verlegt sind. Hier sind jedoch feste Verlegetrassen vorgegeben, bei denen in geeigneter Weise Ein- und Ausführungen für das zu verlegende  
35 Kabel vorgesehen werden müssen.

Alternativ hierzu können auf kurze Distanzen auch sogenannte Bohr- oder Spülverfahren eingesetzt werden, bei denen ein Rohr horizontal in das Erdreich eingebracht wird. Nachteilig ist auch hier der hohe Aufwand für Verlegemaschinen und Material.

Für vorliegende Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zum Einbringen eines optischen Kabels zu schaffen, bei dem der Verlegeaufwand reduziert werden kann, wobei auch der Aufwand bezüglich des verwendeten optischen Kabelsystems auf die Verlegeart abgestimmt werden soll. Die gestellte Aufgabe wird gemäß der Erfindung mit einem Verfahren der eingangs erläuterten Art dadurch gelöst, daß als optisches Kabel ein Mikro- bzw. Minikabel verlegt wird, das aus einer homogenen und druckwasserdichten Röhre mit einem Außendurchmesser von 2,0 bis 10 mm, vorzugsweise von 3,5 bis 5,5 mm, besteht, in die Lichtwellenleiter eingebracht werden.

Ein großer Vorteil am Verfahren gemäß der Erfindung besteht darin, daß zum Verlegen nur relativ kurze Zeit in Anspruch genommen wird, so daß es besonders dort zur Anwendung kommen wird, wenn lange Behinderungen unerwünscht sind. Dies ist beispielsweise besonders bei der Verlegung von neuen oder zusätzlichen Kabeln der Fall, wenn die Verlegung in verkehrsreichen Gebieten von Städten durchgeführt werden muß. Auf Absperrungen oder Umleitungen soll möglichst verzichtet werden. Die Arbeitsgänge Einfräsen, Verlegen und Versiegeln der Nut können unmittelbar aufeinander folgen, wobei sie zweckmäßigerweise in einem Arbeitsgang von einer Maschinenkombination durchgeführt werden. Auf diese Weise wird die Verkehrsbelastung kaum größer sein als die, die durch eine Kehrmaschine hervorgerufen wird. Eine solche Notwendigkeit ergibt sich beispielsweise auch wenn alle verlegten Röhren, Kabelkanäle oder Rohrzüge mit Kabeln bereits völlig belegt sind, wobei dann auf die neu verlegten Kabel ohne Unterbrechung umgespleißt werden kann. Hierfür eignen sich besonders rohrförmige Kleinstnachrichtenkabel, die als Mikro- oder Minikabel be-

zeichnet werden. Diese neu verlegten Minikabel bzw. Mikrokabel sind vorzugsweise zu einem redundanten Overlaynetz zu verschalten.

- 5 Ein solches Minikabel bzw. Mikrokabel besteht gemäß der Erfindung aus einer homogenen und druckwasserdichten Röhre von sehr kleinem Durchmesser von 2,0 bis 10 mm, vorzugsweise 2,2 bis 5,5 mm. Diese Röhren besitzen eine Wandstärke von 0,2 bis 0,4 mm. Die günstigsten Werte bezüglich der Knickfestigkeit  
10 werden bei einem Verhältnis von Wandstärke zu Außendurchmesser zwischen  $\frac{1}{5}$  und  $\frac{1}{20}$ , vorzugsweise von ca.  $\frac{1}{10}$ , erreicht. Der kleinste Innendurchmesser der verwendeten Röhre ist 1,8 mm. Diese Röhre kann aus Metall, zum Beispiel aus Chrom-Nickel-Molybden (CrNiMo188)-Stahl, Aluminiumlegierungen, Kupfer oder Kupferlegierungen oder aus Kunststoff, zum Beispiel  
15 mit Verstärkungseinlagen aus Kohle-, Glasfasern oder einem gesinterten Kohlefasergestütze, hergestellt werden. Diese Röhren können extrudiert, geschweißt, gefalzt oder an der Überlappungsstelle längs verklebt werden. Die Lichtwellenleiter  
20 werden dann entweder nach dem Verlegen der leeren Röhre oder bereits werksseitig in die Röhre eingebracht. Das Einbringen der Lichtwellenleiter kann durch Einblasen oder Einspülen vorgenommen werden.
- 25 Das rohrförmige Minikabel kann durch verschiedene Verfahrensarten gemäß der Erfindung in feste Verlegegründe eingebracht werden:
1. Die Verlegung kann mit einer Verlegeeinrichtung vorgenommen werden, die ein Fräsrad aufweist, mit dessen  
30 Hilfe eine schmale Verlegenut von 4 bis 12 mm, vorzugsweise 7 mm, Breite und einer Tiefe von 50 bis 100 mm, vorzugsweise 70 mm, in den Verlegegrund insbesondere eine bestehende Fahrbahn, eingebracht wird.

2. Ein solches Minikabel kann auch in aufgelassene Versorgungsleitungen (Abwasser, Gas, Wasser) eingedrückt werden. Aufgelassene Rohrleitungen von Versorgungsunternehmen bieten sich für eine Verlegung besonders an. Sie stimmen weitgehend mit der zu erstellenden Versorgungsnetzplanung überein. Auch bei schlechtem Zustand der aufgelassenen Röhre können die dünnen Metallröhrchen des Minikabels auch eingebracht werden, da sie in Längsrichtung eingepreßt werden und Behinderungen wie Schmutz, Rost und dergleichen durchstoßen. Das Minikabel knickt in Röhren nicht aus, da es von der aufgelassenen Versorgungsleitung gestützt wird. Die Verlegung kann nach Verlassen dieser Rohrleitungen auch mit Hilfe von anderen Verlegeverfahren weiter geführt werden.
3. Ein Minikabel kann ebenso in bestehende, aktive Versorgungsleitungen (Abwasser, Wasser) eingeschoben werden. Die Funktion der Versorgungsleitungen wird dabei kaum beeinträchtigt. Das rohrförmige Minikabel ist druckwasser-, abwasser- und korrosionsbeständig. Nagetierverbiss kann aufgrund der dicken Wandstärke des Metallröhrchens ausgeschlossen werden. Es kann davon ausgegangen werden, daß das zu installierende Lichtwellenleiternetz mit dem vorhandenen Versorgungsnetz übereinstimmt. Die Erdbauarbeiten können dadurch auf ein Minimum reduziert werden. Entsprechende Garnituren, die ein Herausführen des Minikabels aus den Versorgungsleitungen ermöglichen, sind an den entsprechenden Stellen vorzusehen.
4. Durch Erdverdrängungs- oder Einspülverfahren können ebenfalls Minikabel in den Verlegegrund eingebracht werden. Hierbei wird zuerst das Rohr des Minikabels als mechanischer Schutz ins Erdreich eingebracht. Zweckmäßigerweise werden dann nachträglich die Faseradern, bzw. sehr dünne „blown fiber“ eingeblasen oder eingespült. Um

die Reibung beim Einblasen zu minimieren, werden die nahtlos hergestellten und innen glatten Rohre mit einer Kunststoffschicht, z.B. PTFE, ausgekleidet. Diese Schicht wird beispielsweise aus einer PTFE-Suspension abgeschieden, wenn das Metallrohr entsprechend erhitzt wird. Diese Schicht schützt außerdem vor Korrosion und Verschmutzung des Rohrrinnenraumes. Bekannt sind Erdverdrängungs- und Einpreßverfahren bei dem ein Bohrkopf mit einer Anschrägung stetig rotiert. Rotiert der Bohrkopf nicht, wird der Bohrkörper gemäß seiner Anschrägung ausgelenkt. Hindernisse können somit umgangen werden. Durch einen Wasserstrahl mit sehr hohem Druck können beispielsweise kleine Steine weggedrückt werden. Das Rohr bzw. Röhrchen schneidet oder spült sich einen Weg durch das Erdreich und unterstützt den Vorschub des Einpreßverfahrens. Der Wasserdruck kann außerdem einen Kolben im Bohrkörper bewegen. Die stoßförmige Bewegung des Bohrkopfes durchschlägt dann Hindernisse leichter und reduziert die Haftreibung beim Einziehvorgang.

Durch elastisches Dehnen der Rohrleitung kann die Wandreibung zum Erdreich weiter reduziert werden. Dazu müßte ein Auslaßventil am Rohrende angebracht werden.

Durch die Verwendung des röhrchenförmigen Minikabels gemäß der Erfindung ergeben sich nun besondere, nachstehende Vorteile. Die Verlegung bzw. der Einsatz erfolgt mit Hilfe eines Hohlrohres, das als Kabel bereits mit Lichtwellenleitern bestückt ist; doch können die Lichtwellenleiter auch erst nachträglich eingezogen werden. Durch entsprechende Wahl der Wanddicke wird ein ausreichender Schutz gegen mechanische Belastung, Korrosion und Nagetierbissen gewährleistet. Außerdem ist eine hohe Querdruckstabilität des Rohres bzw. Röhrchens vorhanden. Bei Verlängerungen und Abdichtungen des Rohres können an sich bekannte Techniken mit Schneidklemmringen oder ein Krimpverfahren eingesetzt werden. Bei Verlängerungen des Röhrchens aus Kupfer ist beispielsweise eine

Verbindung durch Kaltpreßschweißen möglich. Im übrigen kann das Rohr wie ein normales Installationsrohr verarbeitet werden, wobei sich diese Techniken auf das Biegen, Anbringen von Fittingen, Abzweigungen und Einführungen in Muffen beziehen.

5 Hierfür eignen sich auch zylinderförmige Metallgarnituren, in die das Minikabel dicht eingeführt werden kann. Bei der Verlegung von der Oberfläche des Erdreichs her wird die Oberfläche nur minimal zerstört, was besonders vorteilhaft bei Verlegung in Straßenzügen ist. Außerdem ist beim Verlegen ein  
10 Ziehen und Drücken des Minikabels infolge der Steifigkeit möglich und hilfreich. Infolge des geringen Durchmessers eines derartigen Minikabels ist auch die Erdreichverdrängung besonders gering, wobei die Volumenverdrängung beim Einpressen oder Einziehen ins umgebende Erdreich erfolgen kann.

15

Ein röhrchenförmiges Mikrokabel bzw. Minikabel eignet sich besonders zur Verlegung in einer Fahrbahn oder in Gehwegen, da der Fahrbahnverbund durch die erforderliche Nut kaum zerstört wird. Es ist lediglich eine 4 bis 12 mm breite Nut mit  
20 einer Tiefe von ca. 70 mm erforderlich, um die Sicherheit eines derartigen Kabels zu gewährleisten. Dabei sollten die Nuten zur Aufnahme der Kabel möglichst nur an den Seitenstreifen längs der Straße angebracht werden, da hier die geringste Beanspruchung erfolgt. Die eingebrachte Nut wird nach dem  
25 Einbringen des Kabels bzw. des Rohres wieder gefüllt und gegen Eindringen von Oberflächenwasser versiegelt. Bei dieser Versiegelung dürfen keine Hohlräume entstehen, in denen sich Oberflächenwasser sammeln kann. Die Fahrbahndecke kann in einfacher Weise wieder hergestellt werden. Bei Reparaturmaßnahmen ist lediglich darauf zu achten, daß beim Abfräsen der  
30 Straßendecke das bereits verlegte Mini- bzw. Mikrokabel nicht beschädigt wird.

Bei einer Verlegung mit einem Mikrokabel und den entsprechenden Verlegeverfahren gemäß der Erfindung ergeben sich erhebliche Reduzierungen der Kosten für die Verletechnik, so daß  
35 sich eine deutliche Reduzierung der linientechnischen Gesamt-



kosten bei einer Neuinstallation ergeben. Außerdem wird die Betriebssicherheit durch redundante Trassenführung erhöht. Vorteilhaft ist auch, daß aus bisherigen starren, sternförmigen Verzweigungsnetzen ringförmige Netzstrukturen mit verschiedenen Anschlußmöglichkeiten gebildet werden können. Auf diese Weise erhält man eine flexible, intelligente Netzgestaltung, wobei mit Hilfe von optischen Schaltern Mikrokabel zugeschaltet werden können. Somit wäre ein Anschlußfaserring mit optischer Umschaltung möglich, bei der Lichtwellenleiterfasern bis zum Teilnehmer geführt werden könnten. Von großem Vorteil ist, daß mit geringem Aufwand eine nachträgliche Verlegung in Straßen, Gehwegen, Radwegen, Randsteinen und dergleichen möglich ist. Dadurch kann ein technisches Konzept nach Wünschen der Betreiber in einfacher Weise angepaßt werden, wobei die vorhandene Infrastruktur (Wegerechte, Rohre für Abwasser, Gas, Fernwärme, etc.) genutzt werden kann. Nicht unerheblich dabei ist, daß mit dieser Technik eine große Zeiteinsparung gegenüber der Standardtechnik zu erreichen ist.

Beim Einbringen einer Verlegenut in die Asphaltdecke einer Bundesstraße, die sich aus einer oberen Deckschicht von 4 cm, einer Binderschicht von ca. 8 cm und einer Tragschicht von 10 bis 15 cm zusammensetzt, sind verschiedene Punkte zu beachten. Der Bitumenanteil nimmt zur Tragschicht hin ab, die grobkörnigen Füllstücke nehmen hingegen zu. Der Bitumen gewährleistet jedoch den Zusammenhalt innerhalb der einzelnen Schichten. Bei Fräsarbeiten bis in die Asphalttrageschicht ist dann die Verlegenut formstabil, so daß kein Material nachfällt und das Gesamtgefüge des Straßenoberbaus erhalten bleibt. Beim Einfräsen darf die Bitumentragschicht nicht bis zur Frostschutzschicht des Unterbaus durchtrennt werden, da dadurch Schwachstellen im Asphaltschichtenpaket entstehen können, die den Schichtverbund zerstören und innerhalb kurzer Zeit zu Straßenschäden führen könnten. Wenn das Minikabel jedoch wasserdicht und frostsicher verlegt ist, wird durch diesen Eingriff die Bodenmechanik nicht beeinflusst. Moderne

Straßen sind jedoch frostsicher, da der Schotterunterbau trägt und die Belastung aufnimmt. Dieser führt Bodenwasser ins Erdreich oder in Dränrohre ab und eine dichte, unverletzte Deckschicht läßt kein Oberflächenwasser ein. Frostschäden  
5 können somit nicht auftreten. Bei dieser minimalen Verlegenutbreite und bei einer erschütterungsfreien Einfräsung bleibt der mechanische Aufbau der Straße erhalten. Unmittelbar nach der Verlegung wird durch einen heiß schmelzenden Bitumen oder durch ein schmelzbares Bitumenband die Verlegenut wieder frostsicher verschlossen.  
10

Durch sehr starkes Verkehrsaufkommen kann es jedoch zu Nachverdichtungen und Fließen im Oberbau der Straße kommen (Spurrillen, Standspur). Es empfiehlt sich deshalb, daß das  
15 Minikabel unmittelbar nach der Verlegung mit einem aushärtbaren Kunststoff in der Verlegenut eingeschäumt wird. Nach der Aushärtung erreicht die Verschäumung eine ausreichende Druckstabilität, um die Last der Fahrbahndecke gleichmäßig weiter zu verteilen. Hohlräume und Zwickel zwischen dem Minikabel  
20 und der Verlegenut werden ausgefüllt und es verbleiben keine Hohlräume, die eventuell eindringendes Oberflächenwasser aufnehmen und längs des Minikabels weiterleiten könnten.

Erschütterungen durch den Schwerlastverkehr werden durch die  
25 Einschäumung absorbiert und nicht an das Minikabel weitergegeben. Durch den elastischen Schaum können auch kleinere Setzungen des Erdreichs ausgeglichen werden, so daß derartige Versetzungen in der Bitumentragschicht nicht zum Ausfall des Minikabels aufgrund einer Abknickung des Rohres oder einer  
30 Faserdehnung führen würden.

Bei einem Minikabel gemäß der Erfindung ist beispielsweise auch eine Druckgasüberwachung wie auch eine Überwachung mit einer Flüssigkeit möglich. So kann das Minikabel auch mit ei-  
35 ner Flüssigkeit gefüllt werden, das bei Defekt der Röhre austritt und unter Lufteinwirkung verharzt. Auf diese Weise ist gewissermaßen eine „Selbstheilung“ gewährleistet. Außer-

dem ist das Minikabel abhörsicher, da keine Ausbiegung der Lichtwellenleiter erreicht werden kann. Das Minikabel ist querkraftstabil, besitzt eine hohe Zugkraft, ist kompakt und besitzt aufgrund des kleinen Durchmessers ein geringeres Gewicht und wenig Reibung. Die als Kabelmantel wirkende Röhre übernimmt auch gleichzeitig die Zugkraftfunktion des sonst üblichen Zentralelementes. Bei diesem hochfesten Kabel mit sehr geringer Dehnung tritt beim Einziehen und Verlegen des Minikabels kein Überlängenproblem auf. Bei dieser Ausgestaltung ist gegenüber einem normalen Kabel mit üblichem Kunststoffkabelmantel eine größere Festigkeit gegeben, so daß auch mit wesentlich größeren Einziehkräften gearbeitet werden kann. Bei der Metallausführung ist außerdem eine einfache Erdung möglich. Bei Verwendung von mehreren gegeneinander isolierten Röhrrchen, kann der Metallquerschnitt auch für eine Stromversorgung von aktiven Komponenten verwendet werden. Durch Verwendung von Metallröhrrchen könnten Luftkabel auch wesentlich einfacher aufgebaut werden. Auf ein Tragelement (z.B. ein Tragseil) könnte dann verzichtet werden, da die Metallröhrrchen diese Funktion übernehmen. Zusätzlich ist ein derartiges Minikabel druckwasserdicht, gasdicht, bildet eine Wasserdampfsperre und gewährt Schutz gegen Nagetierverbiß. Weiterhin ist es brandsicher, besitzt hervorragende Wärmeableitung, ist alterungs- und korrosionsbeständig.

Die Flexibilität des Minikabels bzw. des Rohres kann durch einen Rillmantel verbessert werden.

Die Erfindung wird nun anhand von 15 Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt den Aufbau des röhrenförmigen Mikro- bzw. Minikabels mit einer Verkappung.

Figur 2 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch die Miniröhre ohne Lichtwellenleiter.

- Figur 3 zeigt die schematische Verlegung eines Minikabels.
- Figur 4 zeigt das Eindrückverfahren eines Minikabels.
- 5 Figur 5 zeigt das Einschiebverfahren eines Minikabels.
- Figur 6 zeigt das Einspülverfahren einer Miniröhre.
- 10 Figur 7 zeigt die Verlegetechnik des röhrenförmigen Minikabels mit der bereits wieder aufgefüllten Verlegenut.
- 15 Figur 8 verdeutlicht den Querschnitt eines Straßenbelages mit eingefräster Verlegenut.
- Figur 9 zeigt die bereits wieder aufgefüllte Verlegenut.
- Figur 10 zeigt einen U-förmigen Niederhalter für Mikrokabel
- 20 in der Verlegenut.
- Figur 11 zeigt einen nietenförmigen Metallbolzen als Niederhalter für Minikabel.
- 25 Figur 12 zeigt in einer Draufsicht den skizzierten Aufbau einer Biegevorrichtung für dünnwandige röhrenförmige Mikro- bzw. Minikabel.
- Figur 13 zeigt die mit Heißbitumen und farbigen
- 30 Glaspartikeln gefüllte Verlegenut.
- Figur 14 zeigt in einem Längsschnitt durch die
- 35 Straßenoberfläche längs einer gefrästen Verlegenut eine Längenausgleichsschlaufe.
- Figur 15 zeigt eine Muffe für ein röhrenförmiges Mikro- bzw. Minikabel.

In der Figur 1 wird der Aufbau eines röhrenförmigen Mikro- bzw. Minikabels 1 gezeigt, wobei das Kabelende 2 mit einer Einzieh- oder Bohrspitze 5 versehen ist. Der Pfeil 6 deutet die Bohrbewegung bzw. Vortriebsrichtung des Bohrkopfes an. Im Innern des Minikabels 1 verlaufen die Lichtwellenleiter 3, die entweder bereits werksseitig oder nach dem Verlegen eingeführt werden können. Die Außenoberfläche des Minikabels ist mit einem Oberflächenschutz 4 versehen.

Die Figur 2 zeigt nun die Röhre 8 des Minikabels 1, wobei im Inneren, das heißt im Zentralkanal noch keine Lichtwellenleiter angeordnet sind. In diesem Fall dient dieser Zentralkanal zunächst als Druckspülkanal für den Verlegevorgang. So wird ein entsprechendes Medium, zum Beispiel eine geeignete Flüssigkeit unter Druck eingepreßt, so daß am Ende 11 des Minikabels das Erdreich ausgespült und verdrängt wird. Zusätzlich kann durch rotierende Bewegung der Bohrspitze 10 entsprechend der Pfeilrichtungen 12 die Wirkung erhöht werden. Anschließend an den Verlegevorgang werden dann in die Röhre 8 des Minikabels 1 die Lichtwellenleiter oder sogenannte „blown fiber“-Adern eingebracht. An der linken Seite des Minikabels symbolisiert der Buchstabe P den für das Spülverfahren benötigten Druck, mit dem das Medium eingepreßt wird. Wird am Ende der Bohrspitze 11 ein Ventil angebracht, kann durch entsprechende Steuerung die Flüssigkeit pulsierend unter Druck austreten. Gleichzeitig könnte sich die Röhre 8 oszillierend im Durchmesser vergrößern und verkleinern, wodurch eine Haftreibung zum Erdreich ausgeschlossen wird.

Die Figur 3 vermittelt die Verlegetechnik eines rohrförmigen Minikabels im Sand, Kies, Erdreich oder Asphalt mit Hilfe einer Verlegeeinheit 23, mit der in die Oberfläche 14 des Verlegegrundes 17 eine Verlegenut 19 eingefräst wird. Zuvor werden Abdeckplatten oder Kopfsteinpflaster entfernt. Die Vorrichtung besteht aus einem Gestänge 22, an dem die benötigten Einzelteile zu einer Einheit zusammengefaßt sind. Alle Ver-

Verfahrensschritte sind aufeinander abgestimmt. Bei der in Verlegerichtung 21 zu erstellenden Verlegenut 19 läuft ein Fräsrاد 15 mit entsprechenden Fräszähnen voran, mit denen eine dünne Verlegenut 19 mit steilen Seitenwänden eingeschnitten wird. Die Breite der Verlegenut ist gerade ausreichend um das röhrenförmige Minikabel 1 und das Verlegeschwert 18 aufzunehmen. Dieses Verlegeschwert 18 bewahrt die Seitenwände vor dem Zusammenfallen, führt das Minikabel 1 nach und hält das Ende des zu verlegenden Kabels über eine Kabelfixierung 7 konstant auf Verlegetiefe, wobei das Mini- oder Mikrokabel 1 von einem auf einer Verlegespule 24 aufgespulten Ring und über Vorschubrollen 25 zugeführt wird. Eine Einspüllanze 16 verdichtet das aufgeschüttete Erdreich bzw. den Füllsand 20 hinter dem Verlegeschwert 18. Dieser Vorgang erfolgt unmittelbar nach dem Grabevorgang. Die Seitenwände der Verlegenut im Bereich 13 der Verlegevorrichtung können damit nicht einfallen. Umgebendes Erdreich wird nicht nachstürzen, so daß sich die Oberfläche 14 nicht einsenken wird. Das Fräsrاد 15, das Verlegeschwert 18 und die Einspüllanze 16 bilden zusammen die Verlegeeinheit 23, und werden über ein Gestänge 22 starr untereinander verbunden. Ein Antrieb 30 bewegt die gesamte Verlegeeinheit 23 kontinuierlich in Verlegerichtung 21. Über einen sogenannten Verlegebogen 26 und eine Verlegekausche 27 wird das Ende 29 des Minikabels zu Beginn der Verlegenut 19 eingeführt. An der Verlegeeinheit 23 ist ein Zentralanschluß 28 für Druckwasserspülung vorgesehen. Anschließend kann nach dem Verlegevorgang die Wiederherstellung oder Versiegelung der Straßenoberfläche erfolgen.

Bei einer derartigen Verlegung ergeben sich besondere Vorteile, da alle Kabeltypen mit kleinem Durchmesser verlegt werden können, wobei der Aufwand wesentlich geringer ist als bei herkömmlicher Verlegung mit breit ausgehobenem Graben. Beim Verlegevorgang wird das Minikabel sowohl vom Verlegeschwert gezogen als auch von den Vorschubrollen nachgeführt. Ziehen und Drücken des Minikabels beim Verlegevorgang kann die Zugbelastung reduzieren. Außerdem verhindert die Rohrkonstruktio-

on des Minikabels ein Ausknicken beim Verlegen in die Nut, Graben, Verlegen, Zuschütten und Verdichten des Erdreichs erfolgen unmittelbar aufeinander und stellen einen präzise aufeinander abgestimmten Arbeitsablauf dar. Durch die sehr  
5 schmale Verlegenut wird das Kabel gestützt, so daß die Gefahr zum Ausknicken reduziert ist. Außerdem wird bei einer derartig schmalen Verlegenut die Bodenmechanik und die Oberfläche des Verlegegrundes nur minimal gestört, so daß eine Nachbehandlung nicht nötig ist. Durch den abgestimmten Arbeitsab-  
10 lauf können die Seitenwände der Verlegenut nicht einstürzen, so daß auch das Nachrutschen des Erdreiches verhindert wird. Wenn zum Einführen der Lichtwellenleiter die „blown fiber - Technik“ angewendet wird, werden ein oder mehrere Hohlrohre verlegt, wodurch dann Druckwasser bis unmittelbar an das  
15 Fräsräd geführt werden kann. Dadurch wird das Gestein bzw. der Untergrund aufgelockert.

Figur 4 vermittelt das System nach dem Eindrückverfahren, durch das ein Minikabel 1 in eine aufgelassene Versorgungs-  
20 leitung 31 eingedrückt wird. Dabei wird angedeutet, daß das einzudrückende Minikabel 1 beispielsweise auch auf Verschmutzungen 32 stoßen kann, die eine Verstopfung der Versorgungsleitung darstellen. Durch entsprechenden Druck muß diese Verschmutzung 32 durchstoßen werden. In dieser Figur ist weiter  
25 dargestellt, daß die aufgelassene Versorgungsleitung 31 mehrere Abzweigungen aufweisen kann, so daß auch von dort aus Minikabel eingeführt werden könnten. Ursprünglich für die Versorgungsleitung eingesetzte Ventilöffnungen 33, die jeweils mit einer Abdeckung versehen sind, könnten für das neu  
30 eingeführte Minikabelsystem für Muffeneinsätze genutzt werden. Zu Beginn der Eindrückstelle wird das Minikabel 1 ebenfalls über einen sogenannten Verlegebogen 26 und eine Verlegekausche 27 eingeführt, wobei der Vorschub beispielsweise wiederum mit Vorschubrollen 25 erfolgt. Das Minikabel 1 wird  
35 auch hier von einer Verlegespule 24 abgezogen. Über einen Zentralanschluß 28 für Druckwasser kann auch hier Druckwasser

an die Endstelle des eingeführten Minikabels 1 gepreßt werden.

5 In Figur 5 wird das Einbringen eines Minikabels 1 in eine bestehende Versorgungsleitung, zum Beispiel in ein Wasserrohr, erläutert. An einem Bogen 36 der Versorgungsleitung 35 wird über eine Auslaßstelle 37 das Minikabel 1 eingeführt, wobei die Eintrittsstelle mit einer entsprechenden Abdichtung 38 versehen wird. Das Vorantreiben des Minikabels 1 innerhalb  
10 der Versorgungsleitung erfolgt relativ problemlos, da keine Hindernisse zu erwarten sind. In die Versorgungsleitung eingepreßtes, fließendes Wasser oder Gas unterstützt das Vorantreiben des Minikabels.

15 In Figur 6 wird das Einspülverfahren einer Miniröhre erläutert, die dann im zweiten Verfahrensschritt nach dem „blown fiber-Prinzip“ mit Lichtwellenleitern versehen und damit zum Minikabel komplettiert wird. Wie bereits angedeutet, wird hier zunächst nur die leere Miniröhre in das Erdreich 17 eingespült. Dabei wird über den Zentralanschluß 28 Druckwasser  
20 in die Miniröhre eingeleitet, so daß sich am Ende des Bohrkopfes 40 ein Druckspülkegel 39 ausbildet, durch den das Erdreich 17 ausgespült wird. Die Bohrspitze 40 wird dabei zusätzlich in Drehbewegung 41 versetzt, um die Ausspülwirkung zu erhöhen. Zweckmäßigerweise wird auch die Miniröhre an der  
25 Eintrittsstelle in Drehbewegung 42 versetzt. Nach der Verlegung der Miniröhre werden dann die Lichtwellenleiter nach dem „blown fiber-Verfahren“ eingespült oder eingeblasen. Die Innenwandung des Rohres ist mit Kunststoff ausgekleidet, um die  
30 Gleitbewegung des Faserelementes beim Einblasen zu verbessern.

In Figur 7 wird die Verlegung eines Mikrokabels in einer asphaltierten Straßendecke dargestellt. Ergänzend zur Verlegung  
35 des Minikabels 1 in einer gefrästen Verlegenut 19 wird die Verlegenut 19 nach dem Einlegen des Minikabels 1 zunächst mit einem aushärtbaren Füllschaum 43 teilweise angefüllt. Darüber



wird schließlich die Verlegenut 19 mit einem wasserdichten Verschluß 44, zum Beispiel aus Heißbitumen aufgefüllt, so daß die Fahrbahnoberfläche wieder dicht abgeschlossen ist. Weiterhin ist aus dieser Figur 7 ersichtlich, daß sich ein Straßenaufbau aus verschiedenen Schichten zusammensetzt. Auf eine Frostschutzschicht 48, im allgemeinen aus Schotter, wird eine Tragschicht 47 angeordnet. Darüber schließt sich eine Binderschicht 46 an, die schließlich mit einer Deckschicht 45 versiegelt wird. Daraus ist erkennbar, daß die Verlegenut 19 die Tragschicht 47 nicht vollständig durchtrennen darf, damit die Tragfunktion nicht unterbrochen wird.

Figur 8 verdeutlicht die Lage der Verlegenut 19 in einem Straßenquerschnitt mit dem bereits beschriebenen Schichtenaufbau aus einer Frostschutzschicht 48, einer Asphalttragschicht 47, einer Binderschicht 46 und einer Deckschicht 45. Durch die Verlegenut 19 wird lediglich die Deckschicht 45 und die Binderschicht 46 durchschnitten, während die Asphalttragschicht 47 nur zum Teil eingeschnitten wird. Die Schnitttiefe liegt je nach Beschaffenheit des Straßenbelages zwischen 4cm und 15cm. Optimal ist eine Verlegetiefe von ca. 7 cm.

Die Figur 9 vermittelt den gleichen Aufbau wie Figur 8, jedoch ist zusätzlich dargestellt, in welcher Form die Verlegenut 19 nach dem Einlegen des röhrenförmigen Minikabels 1 wieder aufgefüllt und verschlossen wird. So ist erkennbar, daß der Nutgrund um das Minikabel 1 herum mit einem aushärtbaren Füllschaum versehen ist, über dem ein Bitumenverguß oder ein Bitumenfugeband dicht eingefüllt ist. Das Füllmaterial 49 könnte auch schon werkseitig auf das Mikrokabel als Kabelmantel aufgebracht werden. Es würde einen zusätzlichen Schutz beim Verlegen des Mikrokabels bilden. Durch geeignete Mittel oder Verfahren, z.B. mit Wärmezuführung, könnte das Füllmittel zum Schäumen gebracht werden. Damit ist die Verlegenut 19 dicht verschlossen, so daß kein Oberflächenwasser eindringen kann. Im Inneren des Minikabels 1 sind Lichtwellenleiter 50 angedeutet. Um Beschädigungen bei der Verlegung und Korrosion

auf dem Außenmantel des metallischen Rohres durch Kriechströme im Erdreich auszuschließen, ist das Minikabel 1 auf der Außenseite mit einer nicht leitenden Schutzschicht 51 versehen, die das Metall gegenüber dem Erdreich isoliert. Als  
5 Schutzschicht kann ein dünner Kabelmantel aus Kunststoff aufgebracht werden. Für diesen Zweck kann auch ein festsitzender abriebfester Lack aufgetragen werden. Mit Heißbitumen wird die Nut abschließend versiegelt. Wenn zur Abdichtung der Verlegenut 19 ein Bitumenfugenband verwendet wird, so wird dies  
10 hochkant in die Verlegenut 19 eingefügt und mit einer Gasflamme oder Infrarot werden die zu verbindenden Deckschichten angewärmt bis ein flüssiger Bitumenfilm entstanden ist. Ein leichter Überstand des Bitumenbandes wird beim anschließenden Walzen in die Fuge gedrückt und verschließt somit die Nut  
15 wasserdicht.

In Figur 10 wird erläutert, daß das eingelegte Minikabel 1 mit U-förmigen Niederhaltern 52 fixiert wird. Diese U-förmigen Klammern 52 werden von oben in die ausgefräste Verlegenut 19 eingepreßt. Dabei hält der Steg 54 der Klammer 52  
20 das eingelegte Mikro- bzw. Minikabel nieder. Durch die Federwirkung der seitlichen Flansche werden Toleranzen in der Nutbreite ausgeglichen. Die Flanschenden können mit seitlichen Krallen 53 versehen werden, damit sie sich in die Seitenwände  
25 der Verlegenut 19 einkrallen können. Kommt es beispielsweise zu einer Erweichung der Füllmasse bei sommerlichen Temperaturen, halten die Kabelniederhalter 52 das Mikro- bzw. Minikabel in Position, ohne es aufsteigen zu lassen.

30 Die Figur 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für Kabelniederhalter 57. Sie bestehen aus nietenförmigen Metallbolzen, die mit ihrem federnden Schaft 57 in die ausgefräste Verlegenut 19 getrieben werden. Der linsenförmige Kopf 55 schließt mit der Fahrbahndecke ab oder ist leicht erhaben.  
35 Durch die Köpfe 55 der Niederhalter ist die Kabeltrasse

leicht zu erkennen. Der Schaft des Kabelniederhalters 57 ist mit Widerhaken 56 versehen.

In Figur 12 wird eine Biegevorrichtung für Kabelabzweigungen und Ausgleichsschlaufen für dünnwandige röhrenförmige Mikro- bzw. Minikabel dargestellt. Bei sehr kleinen Wandstärken ist das Mikro- bzw. Minikabel sehr knickempfindlich. Radien bis herunter zu 30 mm lassen sich jedoch knickfrei mit einer Biegevorrichtung 61 herstellen. Dazu wird das Mikrokabel 1 mit einer Spannzange 62 fixiert und um einen Biegedorn 60 gezogen. Zur einfachen Handhabung kann eine Andruckrolle 59 das Mikro- bzw. Minikabel 1 um den Biegedorn ziehen, wobei der Handhebel 58 in Pfeilrichtung betätigt wird. Der Drehpunkt 63 des Handhebels liegt in der Achse des Biegedorns 60.

Die Figur 13 verdeutlicht ein Ausführungsbeispiel für eine Kennzeichnung bzw. Markierung der Mikro- bzw. Minikabeltrasse. Eine derartige Kennzeichnung ist besonders wichtig zur Auffindung des Mikro- bzw. Minikabels und dient gleichzeitig als Warnmarkierung bei Straßenbaumaßnahmen. Die gefräste Verlegenut 19 wird mit einem Heißbitumen 65 hermetisch verschlossen. Dabei wird das Heißbitumen 65 beispielsweise mit Glassplittern 64 als Füllstoff versetzt, so daß bei Lichteinfall der Verlauf der Verlegenut 19 durch Lichtreflexion deutlich wird. Heißbitumen ist bei der Verarbeitung meist sehr dünnflüssig. Bei einer Verlegenutbreite von 7 bis 10 mm kann die Viskosität des Heißbitumens durch Zuschlagstoffe erhöht werden. Die mechanischen Eigenschaften der Vergußmasse sind dann auch mit denen der vorhandenen Straßendecke vergleichbar. Für die Markierung können gemahlene, farbige Glassplitter als Füll- und Zuschlagstoffe verwendet werden. Durch unterschiedliche Farbgebung und Reflexion ist dann die Kabeltrasse gut zu erkennen. Bei normalem Abrieb der Fahrbahndecke werden immer einige Glaspartikel freigelegt und sind somit gut zu erkennen.

In Figur 14 wird dargestellt, daß das Mikro- bzw. Minikabel zum Längenausgleich wie auch bei Kabeldurchführungen an einer Muffe mit Ausgleichsschlaufen 66 versehen werden kann. Damit werden Überlängen beim Verlegen und beim Krimpen der Rohre aufgenommen und Setzungen im Erdreich, in der Straße, sowie Längendehnungen im Mikro- bzw. Minikabel und der Straßendecke ohne schädliche Längsspannungen ausgeglichen. Derartige Ausgleichsschlaufen 66 sind bei der Verlegung anzubringen, wobei an den entsprechenden Stellen die Verlegenut 19 mit einer entsprechenden Vertiefung 67 bzw. Verbreiterung versehen werden muß, um genügend Platz für die Ausgleichsschlaufe 66 zu erhalten. Derartige Ausgleichsschlaufen 66 sind vorzugsweise vor Muffen, Kabelabzweigungen und Biegungen anzubringen. Soll ein Mikro- bzw. Minikabel rechtwinklig verlegt werden, so ist in dem Verlegegrund eine Kernbohrung senkrecht in den Oberbau der Straße einzubringen. Dabei richtet sich der Durchmesser nach dem minimalen Radius des Mikro- bzw. Minikabels, das mittels der beschriebenen Biegevorrichtung knickfrei gebogen werden kann. Die Kernbohrung ist anschließend wieder durch Asphalt frostsicher zu versiegeln. Statt der Ausgleichsschlaufen sind auch U-förmige Ausbiegungen des Minikabels möglich.

Figur 15 vermittelt eine Anordnung für eine Muffe 68, in welche über Kabeleinführungen 70 Mikro- bzw. Minikabel 1 zugeführt werden. Im Innenraum der Kabelmuffe werden dann die entsprechenden Maßnahmen wie Verbindungen oder Spleißungen vorgenommen. Eine derartige Kabelmuffe besteht vorzugsweise aus einem runden Stahlzylinder und wird in eine Kernbohrung des Verlegegrundes 17 eingesetzt. Ein von oben aufsetzbarer Muffendeckel 69 verschließt den Muffeninnenraum. Die aufrecht stehende Kernbohrung, die bis in den Unterbau der Straße führen kann, wird nach dem Einsetzen der Muffe 68 und der Einführung der Mikrokabel 1 in die Muffe im unteren Bereich in die Fahrbahn einbetoniert. Dadurch setzt sich die Muffe nicht mehr. Die Abdichtung zum Oberbau der Straßendecke 72 erfolgt mit Asphalt oder flüssigem Heißbitumen. Die Abdichtung in

den Kabeleinführungen 70 erfolgt beispielsweise mit herkömmlichen Schneidringdichtungen oder anderen, in der Kabelmuffentechnik an sich bekannten Abdichtungen. Es haben sich auch dünne Kupferröhrchen bewährt, in die die Kabelenden einzuführen sind. Durch radiale Pressung werden diese auf die Außenwandung des Mikrokabels gekrimpt. Diese Krimpverbindungen sind zugfest und druckwasserdicht. Nach oben wird die Kernbohrung mit einem tragfähigen Deckel 73 im Niveau der Straßendecke 72 abgeschlossen. Falls erforderlich kann der Deckel auch unter der Fahrbahndecke liegen. Im Inneren der Kabelmuffe 68 können die Lichtwellenleiter in an sich bekannter Weise mit Überlängen und mit Spleißen angeordnet werden. Durch die runde Ausführung der Kabelmuffe 68 bietet sich an, die Lichtwellenleiter schraubenförmig einzulegen, so daß sie bei Bedarf leicht nach oben entnommen werden können.

Eine vorteilhafte Variante ist auch die Verwendung eines Kleinstschachtes statt der Muffe 68, wobei dieser Kleinstschacht wiederum eine Muffe aufnimmt.

20

Ab- und Zuführungen können ebenfalls als Mini- bzw. Mikrokabel in der Art eines Luftkabels oder freigeführten Kabels geführt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Einbringen eines optischen Kabels in einen festen Verlegegrund mit Hilfe einer Verlegeeinheit,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
daß als optisches Kabel ein Mikro- bzw. Minikabel (1) verlegt wird, das aus einer homogenen und druckwasserdichten Röhre (8) mit einem Außendurchmesser von 2,0 bis 10 mm, vorzugsweise von 3,5 bis 5,5 mm, besteht, in die Lichtwellenleiter (3)  
10 eingebracht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Lichtwellenleiter (3) werksseitig eingebracht werden.  
15
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Lichtwellenleiter (3) in die bereits verlegte Röhre (8) eingeblasen werden.  
20
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Lichtwellenleiter (3) in die bereits verlegte Röhre (8) mit Hilfe eines flüssigen Mediums eingespült werden.  
25
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Verlegenut (19) mit einer dem Durchmesser des Mikro- bzw. Minikabels (1) angepaßte Breite von 4,5 bis 12 mm, vorzugsweise 7 mm mit einem in der Verlegeeinheit (23) angeordneten Fräsrads (15), in den festen Verlegegrund (17) eingefräst wird.  
30
6. Verfahren nach Anspruch 5,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verlegenut (19) mit einer Tiefe von 50 bis 100 mm, vorzugsweise 70 mm, eingefräst wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Mikro- bzw. Minikabel (1) in aufgelassene Versor-  
5 gungsleitungen (31) für Abwasser, Gas oder Wasser mit einer  
Verlegeeinheit eingedrückt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 daß das Mikro- bzw. Minikabel (1) in bestehende, aktive Ver-  
sorgungsleitungen (35) für Abwasser oder Wasser mit einer  
Verlegeeinheit eingeschoben wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
daß das Mikro- bzw. Minikabel (1) in den festen Verlegegrund  
(17) mit einer Verlegeeinheit eingepreßt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
20 dadurch gekennzeichnet,  
daß das Mikro- bzw. Minikabel (1) mit einer Verlegeeinheit in  
den festen Verlegegrund (17) eingespült wird.
11. Verfahren nach Anspruch 5,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verlegenut (19) in einer Tragschicht (47) des Verle-  
gegrundes, insbesondere einer Fahrbahn eingefräst wird, daß  
die Verlegenut (19) gesäubert, vorzugsweise ausgeblasen wird,  
daß das Mikro- bzw. Minikabel (1) durch ein Zuführungselement  
30 in Form eines Verlegeschwertes (18) in die Verlegenut (19)  
eingeführt und auf konstanter Verlegetiefe gehalten wird, daß  
die Verlegenut (19) nach dem Einführen des Mikro- bzw. - Mini-  
kabels (19) mit einer nachgeführten Füllvorrichtung in Form  
einer Einspüllanze (16) mit Füllmaterial (20) aufgefüllt wird  
35 und daß die Verlegenut (19) an der Straßenoberfläche mit ei-  
ner Versiegelungsschicht (50) abgeschlossen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein aushärtbarer Füllschaum als Füllmaterial (20) in die  
Verlegenut (19) eingebracht wird.

5

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verlegenut (19) mit einem Bitumenverguß oder einem  
Bitumenfugenband aufgefüllt wird.

10

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verlegenut (19) mit einer lichtreflektierenden  
Schicht (64), vorzugsweise mit eingelagerten Glaskörpern (65)  
als Füllmittel, gekennzeichnet wird.

15

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Mikro- bzw. Minikabel (1) von einem auf einer Verle-  
gespule (24) aufgespulten Ring abgezogen wird, vor dem Ein-  
führen in die Verlegenut (19) mit Hilfe von Führungsrollen  
(25) parallel zum Verlauf der Verlegenut (19) ausgerichtet  
und begradigt wird.

20

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Mikro- bzw. Minikabel (1) bei Richtungsänderungen und  
Biegungen bis zu minimalen Radien von 30 mm der Verlegenut  
(19) in einer Biegevorrichtung (61) dem Richtungsverlauf an-  
gepaßt wird.

30

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Röhre (8) des Mikro- bzw. Minikabels (1) über an sich  
bekannte Verbindungselemente wie Muffen, krimpbare Röhrchen  
oder Fittings bei Bedarf verlängert wird.

35



18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Röhre (8) des Mikro- bzw. Minikabels (1) mit Hilfe an  
sich bekannter Klebe-, Löt- oder Schweißverbindungen bei Be-  
5 darf verlängert wird.
19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß Überlängen vom Mikro- bzw. Minikabel (1) in Form von Aus-  
10 gleichsschlaufen (66) in der Verlegetrasse eingelegt werden.
20. Verfahren nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verlegenut (19) im Seitenstreifen der Fahrbahn, im  
15 Rad- oder Fußweg, an oder in Randsteinen oder entlang von  
Häuserfronten angeordnet wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 oder 11 bis  
20, dadurch gekennzeichnet,  
20 daß Niederhalteelemente (52, 57) nach dem Einführen des Mi-  
kro- bzw. Minikabels (1) in die Verlegenut (19) eingepreßt  
werden.
22. Verfahren nach Anspruch 21,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
daß U-förmige, spreizfähige Klammern (52) in die Verlegenut  
(19) eingepreßt werden.
23. Verfahren nach Anspruch 21,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
daß nietenförmige Metallbolzen (57) in die Verlegenut (19)  
eingepreßt werden.
24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Mikro- bzw. Minikabel (1) mit einer Röhre (8) aus  
Chrom-Nickel-Molybden (CrNiMo188) verwendet wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Mikro- bzw. Minikabel mit einer Röhre aus Aluminium  
5 verwendet wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Mikro- bzw. Minikabel mit einer Röhre (8) aus Stahl  
10 verwendet wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Mikro- bzw. Minikabel mit einer Röhre (8) aus Kunst-  
15 stoff verwendet wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß Verstärkungselemente, vorzugsweise Glasfasern, Kohlefa-  
20 sern oder ein gesintertes Kohlefasergerüst, im Kunststoff  
eingebettet sind.

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 daß Verbindungs- und/oder Abzweigmuffen (68) in der Verlege-  
trasse angeordnet werden und daß die Mikro- bzw. Minikabel  
(1) durch Ein- bzw. Auslässe (70) dicht eingeführt werden.

30. Verfahren nach Anspruch 11,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
daß das Mikro- bzw. Minikabel (1) mit einem aufschäumbaren  
Kabelmantel versehen ist.

31. Verfahren nach Anspruch 11,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
daß Überlängen vom Mikro- bzw. Minikabel (1) in Form von U-  
förmigen Ausbiegungen in der Verlegetrasse eingelegt werden.

32. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß Ab- oder Zuführungen des Mini- bzw. Mikrokabels (1) als  
5 Luftkabel oder freigeführtes Kabel geführt werden.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Mikro- bzw. Minikabel mit einer Röhre (8) aus Kupfer  
10 verwendet wird.

34. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß Minischächte für die Aufnahme von Kabelmuffen in der Ver-  
15 legetrasse angeordnet sind.

35. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Röhren (8) der Mini- bzw. Mikrokabel (1) mit einer  
20 Innenbeschichtung aus reibungsminderndem Kunststoff, vorzugs-  
weise PTFE, versehen werden.

36. Verfahren nach Anspruch 35,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 daß die Innenbeschichtung aus einer Emulsion, vorzugsweise  
bei Wärmeeinwirkung ausgeschieden wird.

37. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß für das Minikabel eine Röhre mit einem Innendurchmesser  
von mehr als 1,8 mm verwendet wird.

38. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
35 daß für das Minikabel eine Röhre mit einer Wandstärke von 0,2  
bis 0,4 mm verwendet wird.

39. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß für Minikabel Röhren verwendet werden, deren Verhältnis  
Wandstärke zu Außendurchmesser zwischen  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{20}$ , vorzugs-  
weise bei  $\frac{1}{10}$ , liegt.

10

15

20

25

30

35

## Zusammenfassung

5

Verfahren zum Einbringen eines optischen Kabels in einen festen Verlegegrund.

- 10 Bei der Erfindung handelt es sich um ein Verfahren zum Einbringen eines optischen Kabels in Form eines Mikro- bzw. Minikabels (1) in einem festen Verlegegrund (17) mit Hilfe einer Verlegeeinheit (23). Das hierfür verwendete Mikro- bzw. Minikabel (1) besteht aus einer homogenen und druckwaserdich-
- 15 ten Röhre (8) mit einem Außendurchmesser von 2,0 bis 10 mm, in die Lichtwellenleiter (3) eingebracht werden.

Figur 3

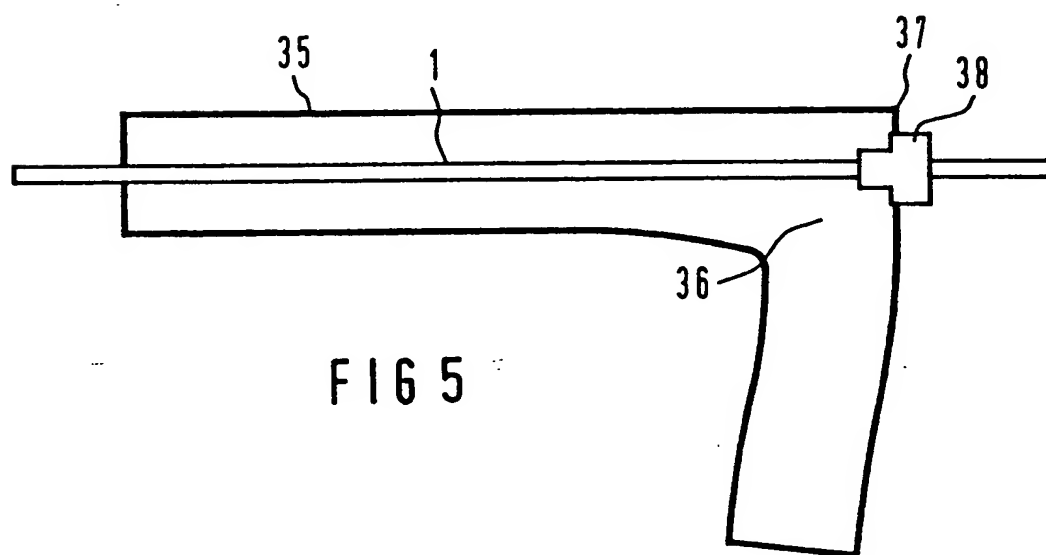
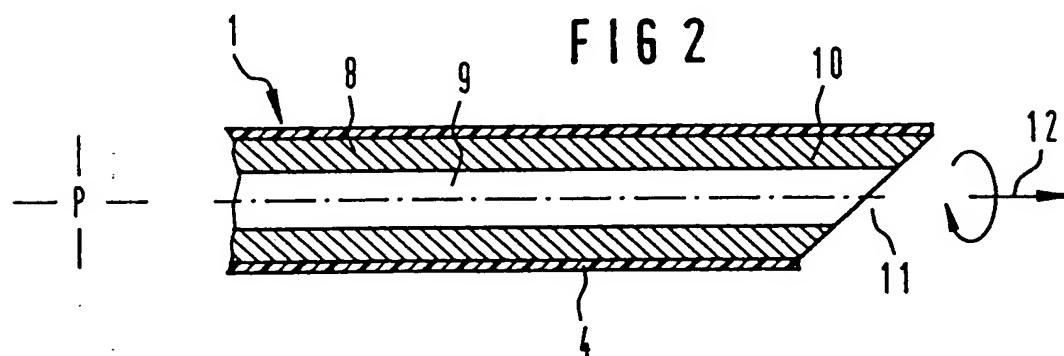
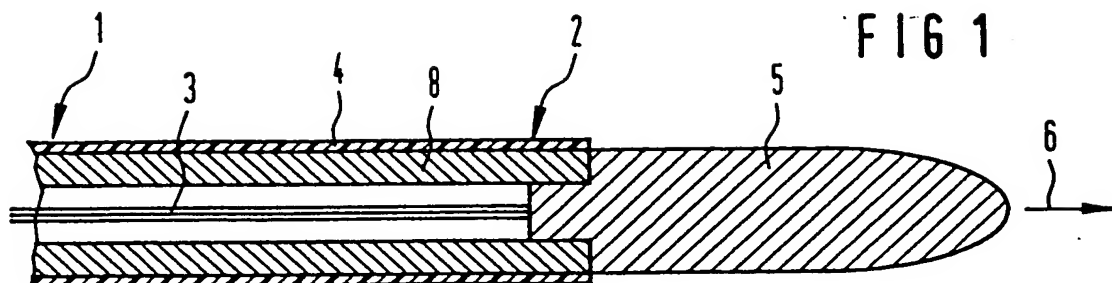
20

25

30

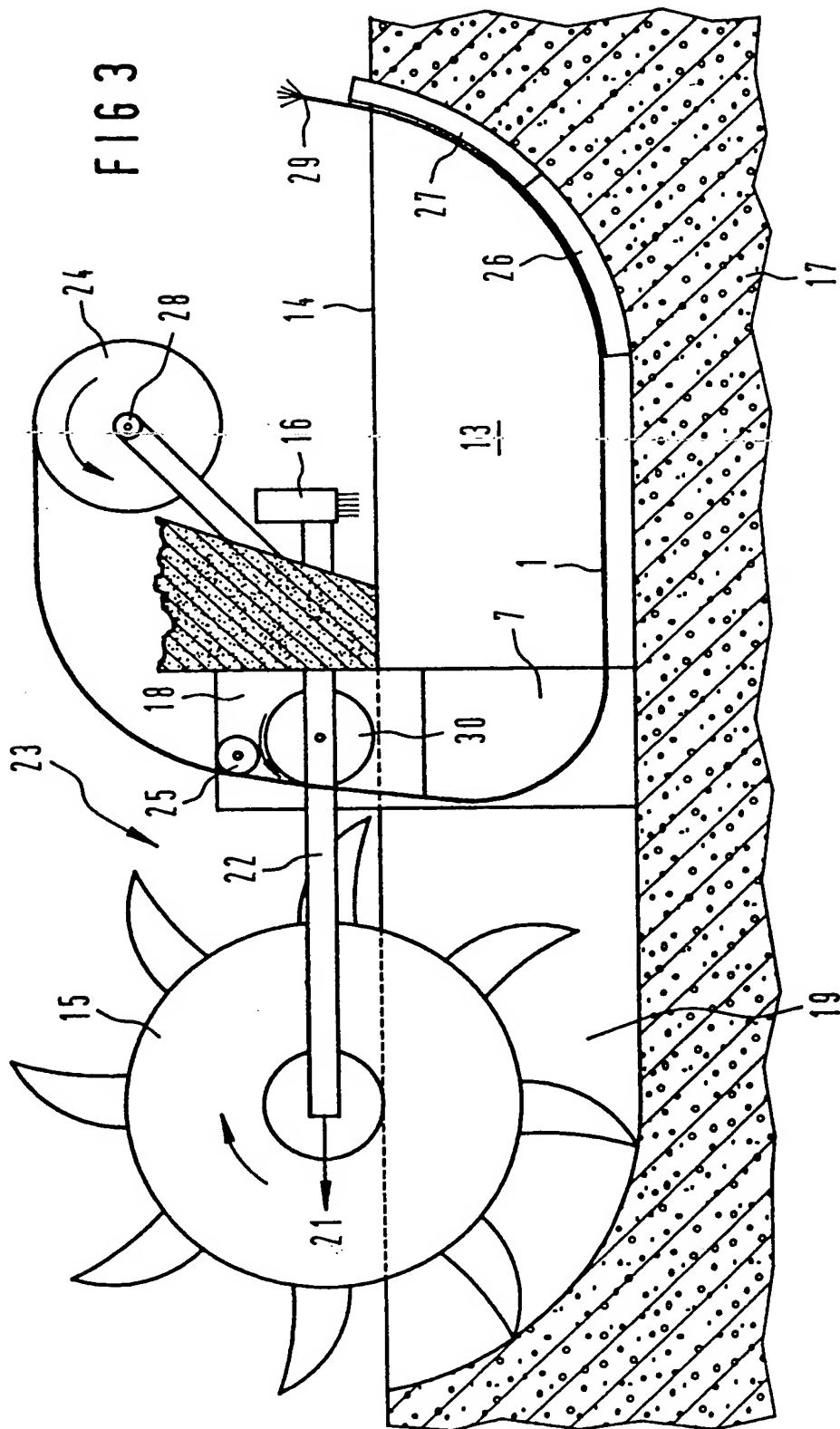
35

1/7

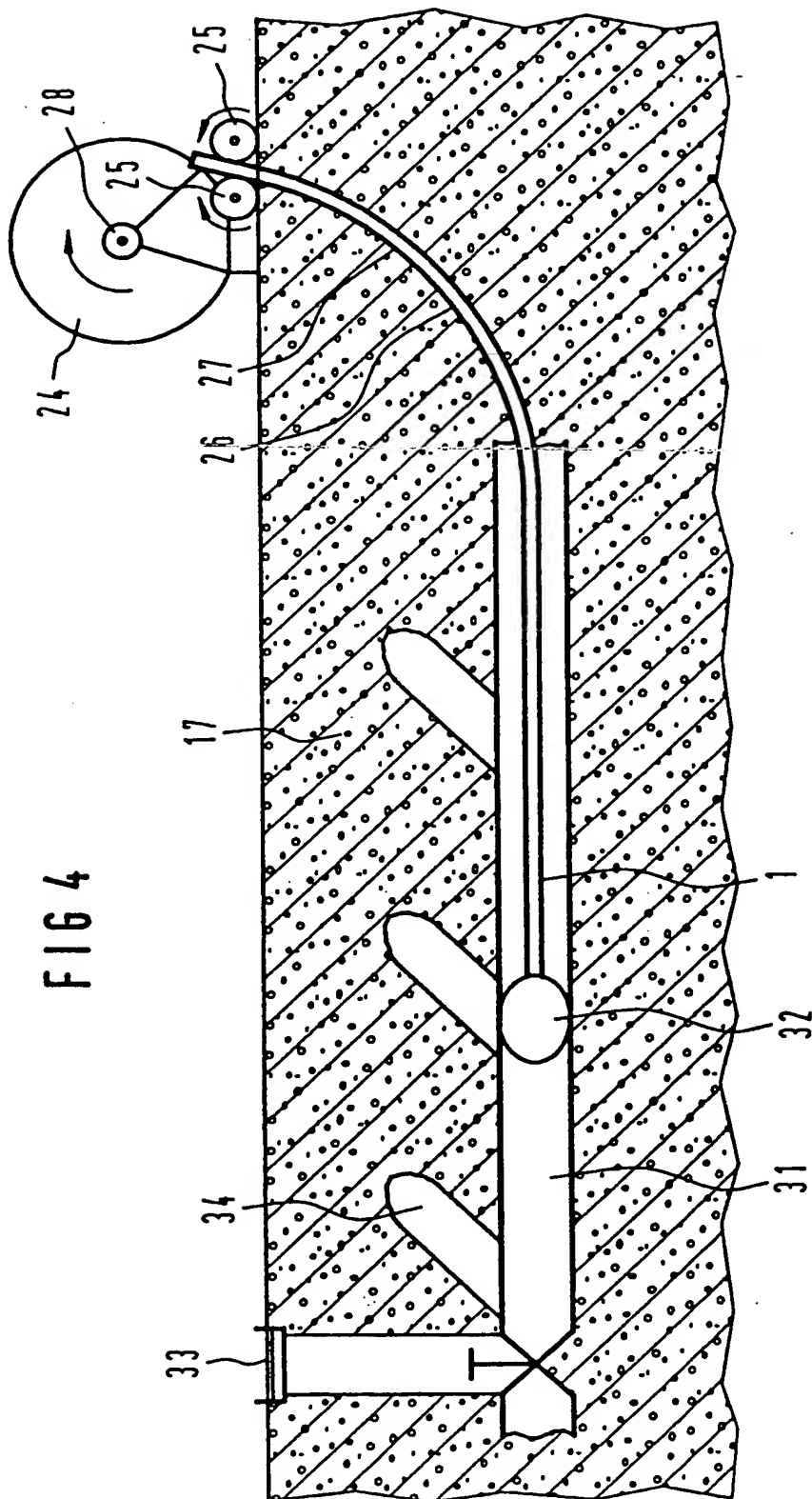


2/7

F163



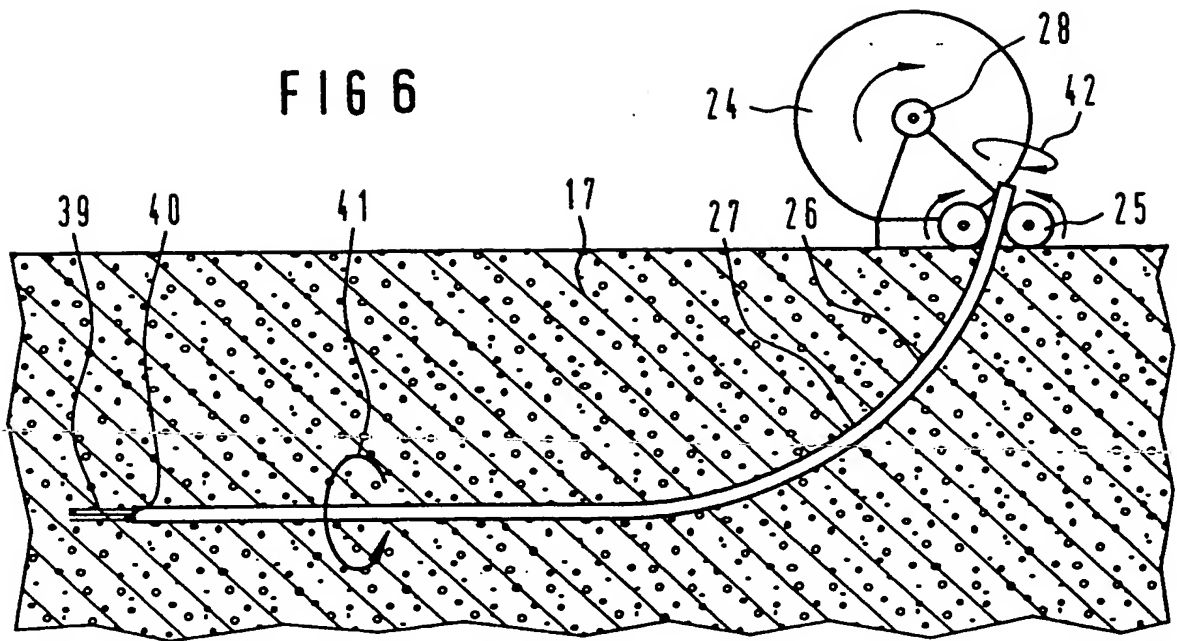
3/7



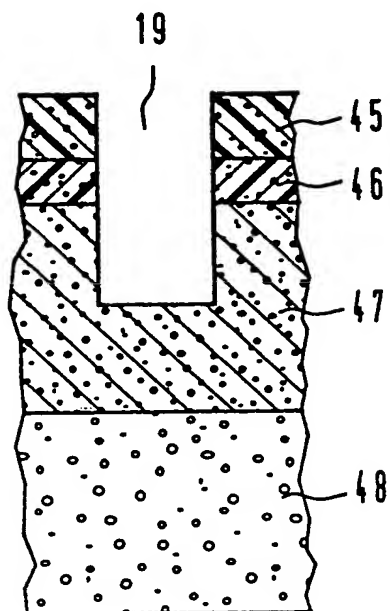


4/7

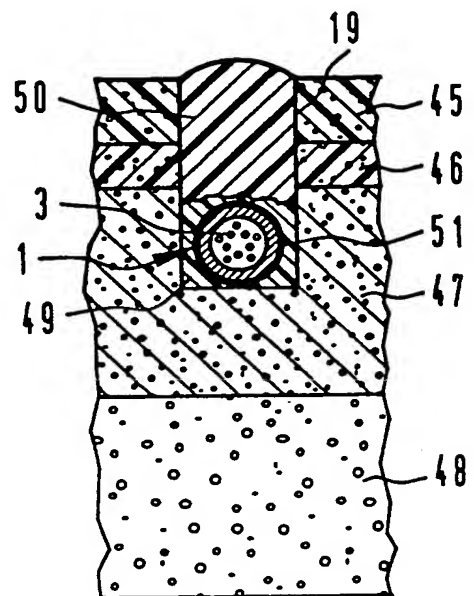
F166



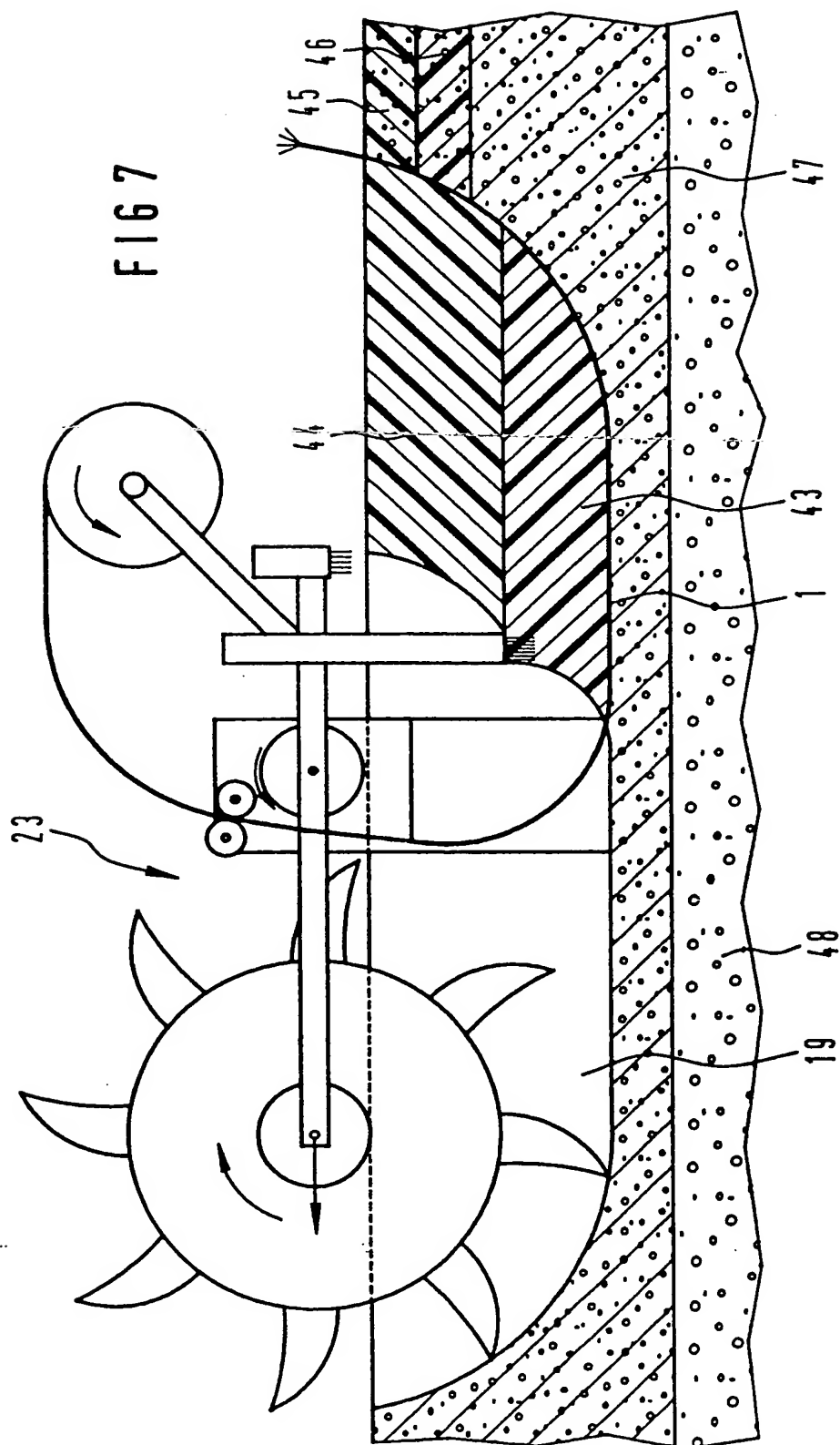
F168



F169



**FIG 7**



6/7

FIG 10

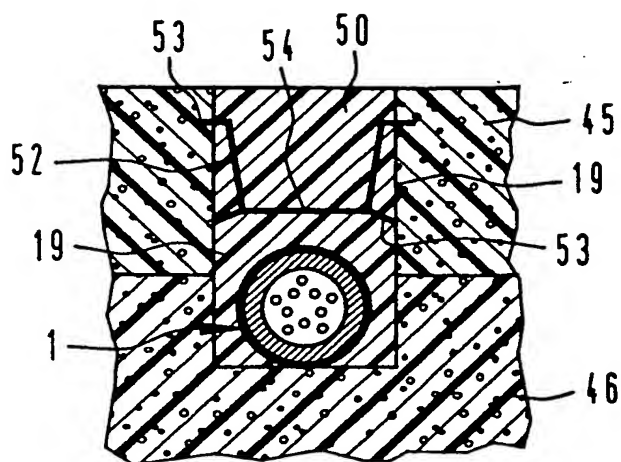


FIG 11

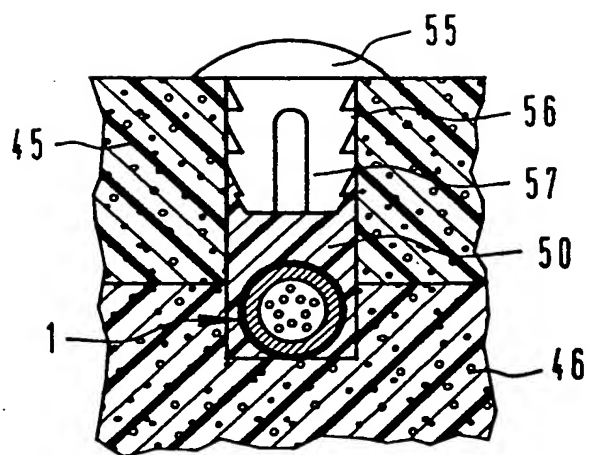
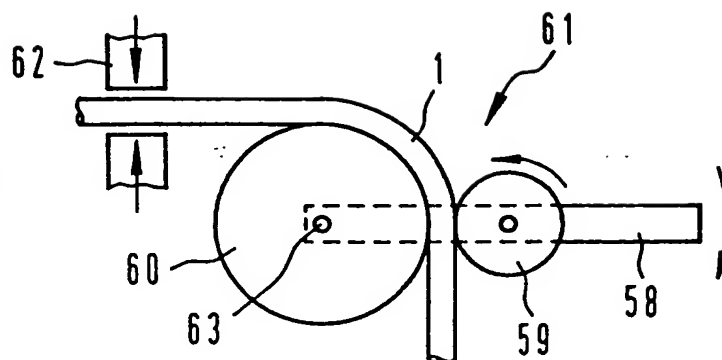
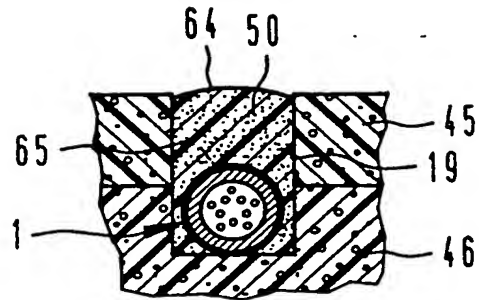


FIG 12

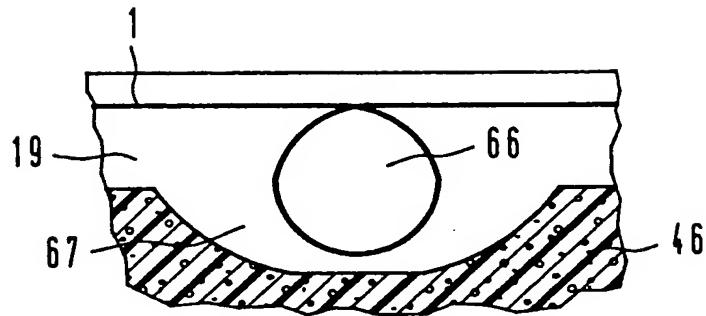


7/7

F16 13



F16 14



F16 15

